Das Unterscheidungsvermögen des Geschmacksinnes

für

Concentrationsdifferenzen der schmeckbaren Körper.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung

der

Doctorwürde in der Medicin

unter dem Präsidium

von

Dr. Karl von Vierordt,
o. ö. Professor der Physiologie,

vorgelegt von

Friedrich Keppler
aus Stuttgart.

Bonn,

Druck von Carl Georgi.

1869.

Die nachfolgenden im hiesigen physiologischen Institute unter der Controlle meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professors von Vierordt, ausgeführten Untersuchungen sollen einen kleinen Beitrag liefern, um eine Lücke auszufüllen, welche die Sinnesphysiologie auf dem Gebiete des Geschmacksinnes offen gelassen hat.

Zunächst hatte ich nicht nur die zweckdienlichste Versuchsmethode durch längeres Experimentiren aufzufinden, sondern auch die an der Grenze des Unterscheidungsvermögens liegenden, passenden Concentrationsdifferenzen, mit denen die Versuche angestellt werden sollten. Man hat die Wahl, bei jedem Einzelversuche entweder eine grössere Quantität der den Geschmackskörper enthaltenden Flüssigkeit in den Mund zu nehmen, und, nachdem sie wieder ausgespieen, die gehabte Empfindung mit der durch ein gleich grosses Volum einer Vergleichslösung hervorgebrachten alsbald zu vergleichen, oder nur kleine Quantitäten zu benutzen, die Menge z. B., die ein Pinsel von mittlerer Grösse aufnehmen kann. Im ersteren Falle ist die Empfindung das Resultat sämmtlicher geschmackvermittelnder Theile der Zunge, im letzteren nur eines ganz begrenzten Abschnittes derselben. Da es nun auf der Hand lag, dass man, auch vor dem Spiegel, weder genau die Stelle treffen kann, wo der zuerst angebrachte Geschmacksreiz eingewirkt, noch auch, was zweckdienlicher wäre, die ihr entsprechende der andern Seite, da ferner einige zur oberflächlichen Orientirung angestellte Versuche die schon von andern (z. B. Valentin) hervorgehobene Thatsache ergaben, dass auch im Gebiete des Geschmacksinnes die Empfindung weitaus stärker ist, wenn der Reiz in grösserer Ausdehnung wirkt, so gab ich in meinen Anfangsversuchen dem ersten Verfahren den Vorzug, das

sich auch desshalb empfiehlt, weil bei dem verhältnissmässig grossen in den Mund eingebrachten Flüssigkeitsvolum keine wesentliche Concentrationsänderung durch beigemischte Mundflüssigkeit, Resorption u. s. w. stattfinden kann. Nun handelt es sich

1) darum, die Versuche so anzuordnen, dass das eine Mal die conentrirtere Hauptlösung vor der verdünnteren Vergleichslösung, das andere Mal die Vergleichslösung vor der Hauptlösung in den Mund genommen werden musste;

2) dass ich mir selber in jedem Einzelfalle darüber völlig unklar war, welche beider Lösungen ich zuerst angewandt habe. Diesen Zweck habe ich auf folgende Weise zu erreichen gesucht: es wurden von 16 ganz gleichen Bechergläsern 8 mit einem wenig in die Augen fallenden seichten Striche als Gläser für die Hauptlösungen bezeichnet, die übrigen hatten keine Marke. Für je zwei dieser Bechergläser wurde eine Halbschachtel aus Pappe angefertigt, deren Boden zur Hälfte mit schwarzem, zur Hälfte mit weissem Papier überzogen war. Die selbstverständlich ganz gleichgeformten Schachteln wurden in zwei Reihen aufgestellt und die Anordnung so getroffen, dass, wenn in die Schachtel der vordern Reihe die Hauptlösung auf die schwarze Bodenhälfte gestellt war, in der entsprechenden Schachtel der hintern Reihe die Vergleichslösung diesen Platz einnahm- Damit war also erreicht, dass, wenn, ich durch sämmtliche Versuchsreihen hindurch den Grundsatz befolgte, stets das auf dem schwarzen Boden stehende Glus zuerst zu trinken, ich das eine Mal zuerst die Hauptlösung, das andere Mal zuerst die Vergleichslösung bekommen musste. Um nun den weitern Zweck zu erreichen, über die jeweilige Stellung der Hauptlösung ins Unklare zu kommen, brauchte ich nur die Schachtel der vordern mit der entsprechenden der hintern Reihe einige Male zu vertauschen und war sicher, die Stellung der Gläser nicht mehr zu kennen.

Einfacher wäre dieser Zweck erreicht worden, wenn ich die ganze Gläserreihe auf eine genügend grosse Drehscheibe oder einen Tisch mit drehbarer Platte gestellt hätte; durch einige Drehungen hätte ich mir über die jedesmalige Stellung der Gläser schnell die zweckdienliche Unklarheit verschafft. Da mir aber eine derartige Vorrichtung nicht zur Verfügung stand, so müsste ich den zuerst angeführten unbequemeren Weg einschlagen. Hat man über einen Assistenten zu verfügen, welcher die Flüssigkeiten verabreicht, so fallen allerdings diese Rücksichten weg.

Die Versuche selbst wurden in folgender Weise angestellt: in die für die Hauptlösung bestimmten 16 Gläser wurden je 35 Ccm. gegossen — diese Quantität war nämlich erforderlich zur mässigen Füllung des Mundes — die gleiche Menge kam in die für die Vergleichslösungen bestimmten, die Reihenfolge war so angeordnet, dass von links nach rechts die erste Schachtel die am wenigsten von der Hauptlösung verschiedene Vergleichslösung enthielt, in der Art stiegen die Differenzen bis zur vierten Schachtel; das eine Mal begannen die Versuche bei der geringsten Differenz und stiegen hinauf zu der grössten, das andere Mal stiegen sie in umgekehrter Richtung herab. Das erste Verfahren habe ich im Nachfolgenden Kürze halber »zunehmende Differenz«, das zweite »abnehmende Differenz« genannt, während die Fälle, wo mit der stärkeren Hauptlösung zuerst experimentirt wurde, kurzweg mit »Hauptlösung zuerst« und die, wo die schwächere Vergleichslösung zuerst getrunken worden war, mit »Hauptlösung zuletzt« bezeichnet sind. Dass durch eine derartige Anordnung der Versuche die Einflüsse der auf das Versuchsresultat zum Theil in sehr wirksamer Weise influirenden Nebenbedingungen compensirt sind, insoweit eine solche Compensation in der Macht des Experimentators liegt, glaube ich überzeugt sein zu dürfen.

Die Versuche wurden nach der von Fechner so benannten Methode der richtigen und falschen Fälle angestellt, wie denn überhaupt bei der Untersuchung des Unterscheidungsvermögens im Gebiet des Geschmacksinnes kaum eine andere Methode wird angewandt werden können. Die Entscheidungen selbst sind 1. bestimmt: man findet eine Differenz in der Stärke der beiden qualitativ sonst gleichen Geschmacksempfindungen; dabei kann das Urtheil richtig oder falsch sein, oder sie sind 2. unbestimmt: man traut sich kein Urtheil zu; Empfindungen der Art müssen hälftig den richtigen, hälftig den falschen Fällen zugezählt werden.

Zunächst benutzte ich zu meinen Versuchen Chlornatriumlösungen.

Die beiden Hauptlösungen enthielten in 100 Ccm. 5,43 und 1,13 Gramme reines Friedrichshaller Steinsalz, welches so wenig fremde Beimischungen enthält, dass dasselbe für meine Zwecke als reines Chlornatrium angesehen werden kann. Das zur Herstellung der Lösungen angewandte destillirte Wasser war chemisch rein, geschmack- und geruchlos[1]).

1) Hat das destillirte Wasser einen auch nur ganz schwachen Geruch,

Die Endergebnisse sind übersichtlich in den beiden nachfolgenden Tabellen enthalten und zwar bedeuten die Zahlen der nächstfolgenden und aller übrigen Tabellen die Zahl der richtigen Entscheidungen, wenn die Zahl aller Fälle = 100 gesetzt wird.

Taf. I.

	Differenz der Vergleichslösung von der Hauptlösung.	Abnehmende Differenz		Zunehmende Differenz		Alle Fälle
		Hauptlösung zuerst. a	Hauptlösung zuletzt. b	Hauptlösung zuerst. c	Hauptlösung zuletzt. d	
Hauptlösung enthält	2,5%	49,8	24,9	83,0	24,9	45,8
5,43% Chlornatrium.	5 %	66,4	24,9	66,4	41,5	50,0
Absolute Zahl der	7,5%	66,4	33,2	66,4	41,5	52,0
Fälle: 64.	10 %	58,1	41,5	58,1	41,5	50,0
Hauptlösung enthält	2,5%	75,0	50,0	56,3	46,9	57,0
1,13% Chlornatrium.	5 %	50,4	50,0	34,4	50,0	48,4
Absolute Zahl der	7,5%	71,9	59,4	53,1	68,6	63,4
Fälle: 24.	10 %	59,4	53,1	68,8	56,3	59,4

Die Ergebnisse obiger Tabelle zeigen, dass auf diesem Wege, der mir Anfangs von allen als der beste erschien, ein Eindringen in unsre Frage nicht möglich ist. Um maassgebende Erfolge zu erzielen, musste bei den gegebenen Versuchsbedingungen entweder mit viel grösseren Differenzen experimentirt werden, oder, wie ich später darthun werde, mit viel geringeren absoluten Concentrationen, als ich angewandt habe.

Alle nachfolgenden Versuche, welche Repräsentanten der vier Hauptklassen von Geschmacksstoffen betreffen, wurden nach dem zweiten, Eingangs besprochenen Verfahren gemacht. Die äussere Anordnung der Versuche war in der Hauptsache dieselbe, wie sie oben auseinander gesetzt worden; statt dass aber das Glas ausgetrunken wurde, war in jedes einzelne ein kleiner Pinsel gestellt, der für keine andere Lösung gebraucht wurde. Die Pinsel waren alle gleich gross, so dass ich sicher sein konnte, gleiche Volumina der mit einander zu vergleichenden Lösungen jeweils angewandt zu haben.

---

was öfters bei dem aus den Apotheken bezogenen der Fall ist, so wird die Geschmacksperception, namentlich bei geringer Concentration der Flüssigkeiten, etwas gestört; man verwechselt auch hier die Geruchs- mit einer Geschmacksempfindung; Zuhalten der Nase während des Schmeckversuches beseitigt diesen Uebelstand vollständig.

Taf. II.

	Differenz der Vergleichslösung von der Hauptlösung.	Abnehmende Differenz: Hauptlösung zuerst. a	Abnehmende Differenz: Hauptlösung zuletzt. b	Zunehmende Differenz: Hauptlösung zuerst. c	Zunehmende Differenz: Hauptlösung zuletzt. d	Alle Fälle
Hauptlösung enthält	2,5 %	42,6	42,6	53,7	53,7	47,2
1,13 % Chlornatrium.	5 %	55,5	59,2	53,7	53,7	53,2
Absolute Zahl der	7,5 %	90,7	85,1	79,6	79,6	81,0
Fälle: 108.	10 %	88,8	92,5	87,5	87,0	87,5
Hauptlösung enthält	2,5 %	34.0	54.0	58,0	44,0	47,5
3,2 % Chlornatrium.	5 %	53,0	66,0	60,0	71,0	62,5
Absolute Zahl der	7,5 %	74.0	69,0	74,0	82,0	74,8
Fälle: 200.	10 %	91,0	91,0	95,0	94,0	92.8
Hauptlösung enthält	2,5 %	65.6	68,8	81,3	84,4	75,0
5,43 % Chlornatrium.	5 %	86,5	59,3	75,0	71,8	73,4
Absolute Zahl der	7,5 %	56,3	84,4	93.8	86,5	80,4
Fälle: 64.	10 %	87,5	87.5	87,5	90,6	87,3

Tafel III. Chininlösungen[1]).

		a	b	c	d	Alle Fälle
Hauptlösung enthält auf 100 Ccm. 0,00666	2,5 %	77,0	33,0	52,3	22,0	46,7
Gramm Chinin. sulf.	5 %	85,3	38,6	77,0	49,5	63,2
basic. Absolute Zahl	7,5 %	79.8	38,5	68,8	38,5	56,9
Fälle: 72[2]).	10 %	88.0	55,0	73,3	55,0	68,8
Hauptlösung enthält auf 100 Ccm. 0,01333	5 %	71.5	24,8	71,5	35,8	50,7
Gramm Chinin. sulf.	10 %	84,4	28.6	75,8	35,8	56,0
basic. Absolute Zahl	15 %	87,2	62,9	87,2	52,9	72,5
der Fälle: 140.	20 %	92,9	90,1	90,1	84,4	89,3

1) Wegen der starken Impression, die dieser Geschmackskörper macht, mussten sehr bedeutende Verdünnungen gewählt werden. Die Lösung von 0,013 % schmeckt übrigens ziemlich bitter.

2) Die Abwägungen wurden für Volumina von 5000 Ccm. gemacht.

Taf. IV.

	Differenz der Vergleichslösung von der Hauptlösung	Abnehmende Differenz		Zunehmende Differenz		Alle Fälle
		Hauptlösung zuerst a	Hauptlösung zuletzt. b	Hauptlösung zuerst. c	Hauptlösung zuletzt. d	
Hauptlösung enthält 0,1 % wasserfreie Phosphorsäure. Absol. Zahl d. Fälle: 204.	5 % 10 %	56,8 85,3	66,6 86.2	68,6 85,3	51,0 80,4	60.8 84,3
Hauptlösung enthält 0,5% wasserfr. Phosphorsäure. Absolute Zahl der Fälle: 100.	5 % 10 %	82,0 92,0	42.0 42,0	92.0 84.0	26,0 48,0	60,5 66,5

Tafel V. Glycerinlösungen.

Hauptlösung enthält 4% chem. reines Glycerin- Absolute Zahl der Fälle: 140.	5 % 10 %	93,0 100,1	42,9 67,2	75,8 98,7	58,6 57,2	67,5 80,7
Hauptlösung enthält 12 % chem. reines Glycerin. Absolute Zahl der Fälle: 100.	5 % 10 %	72,0 88.0	38,0 52,0	66,0 96,0	40,0 44,0	54,0 70,0

Die Rubrik »alle Fälle« der Tafeln II—V zeigt, dass mit zunehmender Concentrations-Differenz der zu vergleichenden Lösungen die verhältnissmässige Zahl der richtigen Entscheidungen immer mehr zunimmt. Bloss zwei, zudem noch geringe, Ausnahmen sind vorhanden, bei salzig (5,4%) und bitter (0,0066%) und zwar gerade in denjenigen Versuchsreihen, welche aus weniger als 100 Einzelversuchen bestehen. Daraus geht aber auch hervor, dass etwa 100 bis 200 Einzelversuche für einen bestimmten Punkt Reizscala hinreichen, um wenigstens den allgemeinen Gang der Erscheinungen auf einem Sinnesgebiete, dessen Empfindungen gewöhnlich als durchaus unzuverlässige gelten, ermitteln zu können.

Stelle ich, ohne Rücksicht auf die Qualität der Geschmackskörper, alle Versuche der Tabellen II—V nach den Concentrationsdifferenzen der mit einander zu vergleichenden Lösungen zusammen, so ergeben sich für die 4 Grade der von mir angewandten Concentrationsdifferenzen im Endmittel folgende Werthe der richtigen Entscheidungen, ausgedrückt in Procenten aller Fälle:

---

1) Fechner, Psychophysik Band I, pag. 108. cfr. auch pag. 112.

Tafel VI.

Unterschied der Vergleichslösung von der (concentrirteren) Hauptlösung.	Zahl der richtigen Fälle, alle Fälle = 100 wo gesetzt.
2,5 %	53,4
5,0 %	61,2
7,5 %	73,3
10,1 %	80,8

Demnach ist bei einer Concentrationsdifferenz von bloss 2½ % die Zahl der richtigen Empfindungen nur um weniges grösser, als die der falschen Urtheile; bei einer Concentrationsdifferenz von 10 % beträgt die Zahl der richtigen Entscheidungen 80 % aller Fälle. Wenn alle Fälle richtig entschieden werden sollen, muss demnach die Concentrationsdifferenz viel grösser sein: mit Benutzung der Fechner'schen »Fundamentaltabelle«[1]) komme ich zu dem Resultat, dass bei 57 % (in runder Zahl also ¼—) Concentrationsdifferenz alle Fälle richtig entschieden würden. Daraus ergiebt sich, dass des Geschmacksinnes Unterschiedsempfindlichkeit zwar hinter den übrigen Sinnen[2]) erheblich zurücksteht, ohne jedoch einer Auswerthung seiner Leistungen unzugänglich zu sein.

Um den Einfluss der das Urtheil bestimmenden, wichtigsten Nebenbedingungen untersuchen zu können, habe ich die Einzelversuchsreihen in die 4 senkrechten mit a, b, c, d überschriebenen Colonnen eingeordnet. In der Hälfte der Versuche ging ich von der geringsten Concentrationsdifferenz allmälig zur stärksten über; in der andern Hälfte der Fälle wurde der umgekekrte Gang beobachtet. Stelle ich die Fälle der »zunehmenden Differenz« — Colonne c und d — denen der »abnehmenden Differenz« — Colonne a und b — gegenüber, so erhalte ich folgende vergleichbare Endsummen:

Tafel VII.

	Abnehmende Differenz.	Zunehmende Differenz.
Salzig	261,0	276,5
	266,0	28,90
	298,9	336,5
Bitter	241,1	214,8
	271,6	166,7
Sauer	147,5	142,6
	129,0	125,7
Süss	151,7	145,1
	125,0	123,0

1) A. a. O.

2) Die Leistungen des Geruchsinnes in dieser Beziehung sind bekanntlich noch nicht untersucht.

Der Unterschied der Leistungen ist demnach in beiden verschiedenen Versuchsbedingungen kein sehr erheblicher; auch ist er keineswegs konstant: bei den Empfindungen »salzig« ist die »zunehmende« Concentrationsdifferenz bevorzugt, bei den drei übrigen Geschmackskategorieen verhält es sich aber umgekehrt. Zwischen je zwei Einzelversuchen lag übrigens ein so erhebliches Zeitintervall, dass dieser konstante Nebeneinfluss von vornherein als nicht sehr erheblich erscheinen musste.

Anders verhält es sich mit der zweiten Nebenbedingung, ob nämlich die concentrirtere (Haupt)lösung oder die verdünntere (Vergleichs)lösung zuerst geschmeckt wird: von der, bei jedem Vergleichsversuch stattfindenden, ersten Empfindung lässt sich a priori eine stärkere Impression erwarten, wird die Hauptlösung zuerst geschmeckt, so fallen in der That viel mehr Entscheidungen richtig aus, als im umgekehrten Fall. Die nachfolgende Tabelle zeigt nur eine Ausnahme bei »Salzig«, wo es sich umgekehrt verhält, und (bei demselben Geschmacksstoff), eine andere, wo die relative Zahl der richtigen Fälle in beiden verschiedenen Versuchsbedingungen die gleiche ist. Bei den Geschmäcken »bitter«, »sauer«, »süss« ist der Einfluss ein sehr bedeutender, und zwar nimmt er sichtbar zu mit zunehmendem absoluten Gehalt der Lösungen an dem Geschmackskörper. In der nachfolgenden Tabelle, welche die Endsummen der Tafeln II—V giebt, betrifft die oberste Horizontalreihe bei jedem einzelnen Geschmackskörper die verdünntere Lösung.

Tafel VIII.

	Hauptlösung zuerst geschmeckt.	Hauptlösung zuletzt geschmeckt.
Salzig	278,6	259,0
	269,3	285,5
	317,7	317,7
Bitter	295,8	162,0
	330,3	207,3
Sauer	148,0	142,1
	175,0	79,0
Süss	183,8	113,0
	161,0	87,0

Ich unternahm die vorliegenden Versuche in der Absicht, nicht bloss die faktischen Leistungen der Unterschiedsempfindlichkeit des Geschmacksinnes für die vier Hauptkategorieen von Geschmacksempfindungen zu untersuchen, sondern auch, um zur Beantwortung der Frage einen Beitrag zu liefern, ob auf diesem Sinnesgebiete die Normen des bekannten Weber-Fechner'schen Gesetzes maassgebend

sind. Dieses wichtige Gesetz kann, wenigstens für gewisse Sinne, innerhalb einer bestimmten Breite der absoluten Intensität der Sinnesreize als genähert gültig angesehen und zu weiteren consequenzenreichen Folgerungen mit allem Rechte benützt werden: für das Gebiet des Geschmacksinnes muss ich jedoch seine Gültigkeit in Abrede stellen. Nach Fechners Fundamentaltabelle der richtigen und falschen Fälle[1]) berechnet, zeigt das an der Hand meiner Versuche gewonnene vergleichbare Maass der Unterschiedsempfindlichkeit des Geschmacksinnes für die verschiedenen Concentrationen der einzelnen Geschmackskörper die in nachfolgender Tabelle enthaltenen Werthe:

Tafel IX.

	Concentration der Lösung.	Relative Grösse der Unterschieds-empfindlichkeit.
Salzig	1,3 %	0,039
	3,2 %	0,048
	5,4 %	0,111
Bitter	0,0066 %	0,016
	0,0133 %	0,021
Sauer	0,1 %	0,055
	0,5 %	0,034
Süss	4,0 %	0,063
	12,0 %	0,026

Für die salzigen Lösungen nimmt die Empfindlichkeit zu mit zunehmendem Gehalt der Lösungen; dasselbe ist bei den bittern Lösungen der Fall; bei »Sauer« und »Süss« dagegen nimmt die Empfindlichkeit ab mit zunehmendem Gehalt der Lösungen; hätte ich für die beiden letzteren Geschmackskörper geringere Concentrationen gewählt, so würde die Empfindlichkeit ohne Zweifel mit zunehmender Concentration ebenfalls zugenommen haben. Die Leistungen werden demnach wachsen mit zunehmender Concentration bis zu einem gewissen Punkt, um von da an wieder abzunehmen. Leider habe ich nicht mehr Zeit gehabt, eine stark concentrirte Salzlösung in dieser Beziehung prüfen zu können, ich zweifle aber nicht, dass einer solchen gegenüber die Unterschiedsempfindlichkeit sich geringer erweisen wird, als in meinen Versuchsreihen.

Die mit grossen Volumina abgeschluckter Salzlösungen angestellten Versuche der Tafel I geben ein sehr viel geringeres Empfindlichkeitsmaass als die Versuche der Tafel II. Das Em-

1) A. a. O.

pfindlichkeitsmaass ist für die Salzlösungen (Taf. I) von 1,13 % = —0,0039 (also mit negativem Vorzeichen), für die Lösung von 5,4 % = 0,0209. Ein auf die gesammte Zungenoberfläche wirkendes grosses Volum einer schmeckbaren Lösung setzt bekanntlich eine sehr viel stärkere Impression, als wenn dieselbe Lösung auf eine beschränkte Stelle der Zunge in kleiner Menge wirkt; die stärkere Impression mindert aber, wie wir vorhin gefunden haben, die Leistungen der Unterschiedsempfindlichkeit.

Bei der Auswahl der absoluten Stärke der von mir angewandten Lösungen befolgte ich den Grundsatz, allzustarke Impressionen auf den zu prüfenden Sinn zu vermeiden. Da aber bekanntlich qualitativ verschiedene Empfindungen desselben Sinnes in Betreff ihrer Intensität fast gar nicht mit einander verglichen werden können, so habe ich auch keine Garantie dafür, ob die Empfindungen, welche durch die von mir geprüften Lösungen der vier verschiedenen Geschmackskörper hervorgerufen wurden, annähernd innerhalb derselben Grenze der absoluten Empfindungsstärke sich bewegt haben: ein Urtheil hierüber erscheint als vollständig subjektiv. Gleichwohl glaube ich aus meinen Erfahrungen folgern zu dürfen, dass die Leistungen der Unterschiedsempfindlichkeit des Geschmacksinnes am bevorzugtesten sind im Gebiet der salzigen Empfindungen; auf diese folgen die Empfindungen »Sauer und Süss«, während der Sinn am wenigsten leistet im Gebiete des Bittern, also gerade derjenigen Geschmackskörper, von welchen die absolut kleinsten Mengen noch geschmeckt werden können, bei denen aber auch die Nachgeschmäcke am störendsten sind.